

ЕЛЕМЕНТИ СХЕМОТЕХНІКИ В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ІНФОРМАТИКИ

Кривонос Олександр Миколайович*кандидат педагогічних наук, доцент кафедри прикладної математики та інформатики Житомирський державний університет імені Івана Франка, alexander.kryvonos@zu.edu.ua
ORCID ID 0000-0002-4211-6541***Кузьменко Євгеній Володимирович***асистент кафедри прикладної математики та інформатики Житомирський державний університет імені Івана Франка, kuzmenko.EV@i.ua
ORCID ID 0000-0002-1878-622X***Кривонос Мирослава Петрівна***асистент кафедри прикладної математики та інформатики Житомирський державний університет імені Івана Франка, myroslava_kr@meta.ua
ORCID ID 0000-0001-7563-2692***Кузьменко Світлана Василівна***асистент кафедри прикладної математики та інформатики Житомирський державний університет імені Івана Франка, yuzvak_2211@i.ua
ORCID ID 0000-0002-2529-3036*

Анотація. У статті проаналізовано сучасний стан проблеми впровадження STEM-освіти в закладах загальної середньої освіти, розглянуто перспективи запровадження елементів схемотехніки в межах шкільного курсу інформатики як одного з елементів STEM-освіти. Описано основні елементи класичної схемотехніки (електронні, аналогові та змішані схеми). Проаналізовано основні розділи шкільного курсу інформатики для восьмого та дев'ятого класів, у яких розглядаються певні елементи комп'ютерної схемотехніки. На основі проведеного аналізу зроблено висновок про те, що в шкільному курсі інформатики закладено пропедевтичний курс з комп'ютерної схемотехніки. Авторами статті обґрунтовано вибір відкритого програмного комплексу Arduino як допоміжного засобу вивчення елементів комп'ютерної схемотехніки в шкільному курсі інформатики. Описані найбільш розповсюджені платформи модельного ряду Arduino та наведено приклади застосування зазначених платформ у реальних проектах. Представлено основні технічні характеристики електронних елементів, що входять до складу Arduino Uno. Детально розглянуто мікроконтролер Atmega328P, основний обчислювальний центр платформи та основні складові зазначеного мікроконтролера. Для обґрунтування запропонованої методики розглянуто та описано програму для створення наочних електронних схем Fritzing. Зазначений програмний продукт надає можливість візуального представлення проекту в різних видах (макет, схема та друкована плата). Будь-яке з цих представлень може використовуватися в якості основного робочого середовища проекту та може бути вибрано в будь-який час. Для зразка описано та проілюстровано всі процеси створення прототипу електронної гри «Hunter» у середовищі Fritzing, а також подано опис процесу створення самої гри.

Ключові слова: STEM-освіта; схемотехніка; електронні схеми; Arduino.

ВСТУП

Постановка проблеми та обґрунтування актуальності. В українській системі середньої освіти все більшого обговорення та поширення набуває STEM-освіта, що поєднує в собі проектний і міждисциплінарний підходи, підґрунтям для яких є інтеграція природничих наук у технології, інженерію та математику.

Освіта в галузі STEM є основою підготовки працівників для сфери високих технологій. Тому багато країн, зокрема Великобританія, Китай, Австралія, Ізраїль, Сінгапур, Корея, США, реалізують державні програми в галузі STEM-освіти [1].

Навчання за програмою STEM надзвичайно важливе в перспективі. Згідно з даними, що оприлюднено на сайті STEMconnector.org, на 2018 рік прогнозувалась потреба у 8,65 млн. працівників на робочі місця,

пов'язані зі STEM. Уже сьогодні виробничий сектор потребує спеціалістів із необхідними навичками їхня кількість становить майже 600 000 осіб. Очікується, що протягом наступних 10 років потреба в таких фахівцях збільшиться в 4 рази порівняно з іншими професіями.

Те, що відрізняє STEM від традиційної науки і математичної освіти, – це змішане середовище навчання, що показує учням, яким чином науковий метод може бути застосований у повсякденному житті. STEM розвиває в учнів практичне й аналітичне мислення та фокусується на реальних засобах вирішення проблем. Така освіта повинна починатися ще зі шкільної лави, бажано навіть із молодшого шкільного віку [2].

На жаль більшість учителів через відсутність досвіду та знань не спроможна запровадити в навчаль-

ний процес зазначену програму. Для вирішення цього протиріччя в США, наприклад, була запроваджена національна програма з підготовки вчителів, які готові працювати в єдиній системі природничих дисциплін і технологій [3].

Сьогодні STEM-освіта, що реалізується в українських школах, представлена у формі факультативів та гуртків. Учні, окрім фізики й математики, вивчають основи робототехніки, програмування, створюючи та програмуючи власних роботів. На заняттях використовують, за наявності, специфічне технологічне лабораторне й навчальне обладнання: 3D-принтери, засоби візуалізації та інше. На державному рівні STEM-освіта реалізована у формі низки олімпіад і конкурсів: Intel Techno Ukraine; Intel Eco Ukraine; Фестиваль науки Sikorsky Challenge, FERREXPO ROBOT FEST.

Для підтримки талановитої молоді в більшості обласних центрів створено STEM-центри – своєрідні стартові майданчики, що надають необхідну науково-технічну базу для подальшого фахового розвитку та становлення [4].

Одним із напрямків впровадження STEM-освіти є схемотехніка. Це науково-технічний напрям, що охоплює проблеми проектування та дослідження електронних схем. У вітчизняній шкільній освіті деякі елементи схемотехніки вивчаються на уроках інформатики. Наприклад, під час вивчення технічних характеристик та призначення основних складових персонального комп'ютера (за навчальною програмою з інформатики для 5–9 класів).

Програма шкільного курсу інформатики, розв'язуючи загальноосвітні завдання підготовки молоді, передбачає можливість засвоєння загальних понять з основ електроніки та засобів обчислювальної техніки. Проте на уроках інформатики учні знайомляться лише з окремими дискретними електронними елементами. Дещо більше уваги з названих питань приділяється в навчальних програмах для шкіл і класів з поглибленим вивченням інформатики та в профільних класах за вибором.

Для викладачів, учителів та інших користувачів основним елементом для дослідження може стати платформа Arduino, що дозволить на практичному досвіді засвоїти основні елементи схемотехніки, обчислювальної техніки та електроніки.

Мета дослідження. Метою дослідження є аналіз навчальних програм з інформатики для 5–11 класів щодо вивчення елементів схемотехніки в шкільному курсі інформатики; дослідження апаратної складової платформи Arduino, ознайомлення з її функціональними можливостями та технічними характеристиками на прикладі плати Arduino Uno; здійснення огляду програмного пакету Fritzing, визначення перспектив його застосування в освітній діяльності та створення наочної електронної схеми засобами програмного пакету Fritzing на прикладі електронної гри.

Методи дослідження. Дослідження проводилося в межах наукової теми «STEM-освіта в Україні» кафедри прикладної математики та інформатики Житомирського державного університету імені Івана Фран-

ка. Під час дослідження використовувалися методи: узагальнення та систематизація зарубіжного й вітчизняного досвіду з проблеми впровадження інформаційних технологій в освітню галузь, моделювання прототипів, створення апаратного забезпечення з використанням контролерів на платформі Arduino.

Аналіз актуальних досліджень та публікацій.

У працях багатьох науковців і педагогів знаходять своє відображення проблема використання електронних пристроїв під час навчального процесу та розробка й опис нових пристроїв. Питанням розвитку технічного, творчого, а також креативного мислення завдяки конструкторській діяльності займалися науковці: Є. Мілерян, Г. Альтшуллер, І. Ройтман, А. Давиденко, Т. Кудрявцев, В. Моляко, П. Якобсон та інші. Такі вчені, як В. Биков, П. Атаманчук, М. Шут, Н. Сосницька, Є. Смирнова-Трибульська у своїх роботах приділяли увагу методичним і теоретичним основам використання інформаційних технологій під час підготовки майбутнього вчителя [5, 6].

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Виклад основного матеріалу дослідження.

Як зазначалося вище, схемотехніка – це науково-технічний напрям, що охоплює проблеми проектування й дослідження схем електронних пристроїв. Основним завданням схемотехніки є визначення структури електронних схем, що забезпечують виконання певних функцій, та розрахунок параметрів елементів, які входять до них. Комп'ютерна схемотехніка – це науково-технічна дисципліна, що вивчає теоретичні методи аналізу й синтезу схем комп'ютерів (електронних обчислювальних машин) та засоби їхньої технічної реалізації. Предметом схемотехніки є розробка проектних рішень, що дозволяють досягти необхідних технічних параметрів електронних схем. На основі електронної схеми створюють відповідний пристрій.

Елементною базою для створення електронних пристроїв є дискретні електро- та радіоелементи (резистори, конденсатори, діоди, транзистори і т. д.) та інтегральні мікросхеми (ІС). Якщо електронна схема реалізується у вигляді однієї або декількох ІС, то говорять про «мікросхемотехніку». Мікросхемотехніка – це галузь мікроелектроніки, що пов'язана з проектуванням ІС. Крім синтезу та розрахунку електронних схем, мікросхемотехніка вирішує задачу розробки на основі електронних схем структури (топології) ІС. Основні етапи розробки: розрахунок геометричних розмірів елементів ІС; раціональне розміщення елементів на поверхні або в об'ємі підкладки ІС; знаходження оптимальних з'єднань. Теоретичною базою схемотехніки (у тому числі мікросхемотехніки) є теорія лінійних і нелінійних електричних кіл, електродинаміка, математичне програмування, теорія автоматів та ін. [7].

Електронна схема – це система з'єднаних між собою окремих електронних компонентів: резисторів, конденсаторів, діодів, транзисторів та ін. Комбінації зазначених компонентів дозволяють виконувати безліч операцій, як простих, так і складних обробку та передачу інформації, підсилення електричного або аналогового сигналу й т. д. [8]. Електронні схеми будуються на базі

дискретних компонентів та мікросхем, що у свою чергу можуть об'єднувати багато різних складових на напівпровідниковому кристалі. З'єднання між елементами можна виконувати за допомогою дротів або використовувати друковані плати (пластина, виготовлена з діелектрика, на якій є шар з провідними доріжками). Електронні компоненти монтуються на друковану плату і з'єднуються своїми виходами з доріжками [9].

Для розробки й тестування електронних схем використовуються макетні плати, що дозволяють у разі необхідності швидко вносити зміни в електронну схему.

За однією з існуючих класифікацій, електронні схеми бувають аналоговими, цифровими та гібридними (змішаними).

У аналогових електронних схемах струм та напруга можуть змінюватися безперервно в часі, передаючи деяку інформацію. Стосовно зазначених схем існують два базових поняття: послідовне та паралельне з'єднання. У випадку послідовного з'єднання, через усі компоненти в ланцюгу проходить однаковий струм. Прикладом такого з'єднання може бути новорічна гірлянда. У разі паралельного з'єднання на виводах усіх компонентів створюється одна й та ж електрична напруга, але струми, що проходять через компоненти, розрізняються. Сумарний струм розподіляється відповідно до опору.

У цифрових схемах сигнал може набувати декількох різних дискретних станів, які зазвичай кодують логічні або числові значення. У більшості випадків використовується двійкова (бінарна) логіка, коли одному певному рівню напруги відповідає логічна одиниця, а іншому – нуль. Широке застосування в цифрових схемах мають транзистори, за допомогою яких виконуються логічні операції І, АБО, НЕ та їх комбінації. Також на базі транзисторів створюються тригери, що можуть набувати одного з декількох станів та перемикаються між ними під час отримання зовнішнього сигналу. Зазначені компоненти можуть бути використані як елементи пам'яті: наприклад, SRAM (статична оперативна пам'ять з довільним доступом) створена на їх основі. Інший тип пам'яті – DRAM – заснований на здатності конденсаторів накопичувати електричний заряд. На основі логічних елементів можуть створюватися надскладні схеми з високою мірою інтеграції.

Змішані схеми об'єднують елементи, що відносяться до аналогової та цифрової схемотехніки. Нині аналого-цифрові схеми присутні в більшості сучасних радіоприладів та засобів зв'язку. Наприклад, приймач може складатися з аналогових підсилювача й перетворювача частот, після чого сигнал може перетворюватися в цифрову форму для подальшого опрацювання [13].

Що стосується питань «інформація» та «інформаційні процеси» в технічній лінії інформатики, зокрема питання щодо можливості подання, опрацювання, передавання та зберігання будь-якої інформації в комп'ютері, то вона має бути закодована. Інформація в комп'ютері кодується за допомогою чисел, а потім перетворюється в електричний сигнал, тобто будь-яка інформація представлена в комп'ютері у вигляді електричних імпульсів. Кожному елементу інфо-

рмації повинен бути поставлений у відповідність деякий сигнал або символ (який, по суті, також є сигналом), тобто матеріальний носій інформації. Таким чином, матеріальний носій інформації називається сигналом.

Зараз у комп'ютерах у переважній більшості випадків як сигнали використовуються різні рівні електричного потенціалу. Як правило, символу «0» відповідає низький рівень електричного потенціалу, а символу «1» – високий рівень. Тому апаратна частина комп'ютерів як цифрових систем обробки інформації складається із сукупності технічних елементів, що фізично реалізують ці два стани електричного потенціалу. Технічна реалізація цих елементів може бути виконана в найрізноманітнішому вигляді: електромеханічному (у вигляді електромагнітних реле), магнітному (у вигляді сердечників, що перемагнічуються) або в електронному. Найпоширенішими на сьогодні є електронні елементи [14].

Комп'ютерна схемотехніка – це науково-технічна дисципліна, що вивчає теоретичні методи аналізу та синтезу схем комп'ютерів (електронних обчислювальних машин) й засоби їхньої технічної реалізації. Розвиток комп'ютерної схемотехніки сприяє вдосконаленню архітектури комп'ютерів, підвищенню їхньої надійності та продуктивності, істотному зменшенню габаритних та масових показників.

Технічні засоби комп'ютерної схемотехніки, залежно від функцій, поділяють на елементи, функціональні вузли, пристрої, мікропроцесори та комп'ютери. Вони призначені для обробки дискретної інформації і тому називаються цифровими.

Технічні засоби комп'ютерної схемотехніки на сьогоднішній день ґрунтуються на інтегральних мікросхемах різного ступеня складності.

Елементами в комп'ютерній схемотехніці називаються найменші неподільні мікроелектронні вироби (схеми), призначені для виконання логічних операцій або зберігання біта інформації. До елементів умовно відносяться і допоміжні схеми – підсилювачі, повторювачі, формувачі та ін.

Аналіз чинної навчальної програми з інформатики засвідчив наступне. У 8 – 9 класах загальноосвітніх навчальних закладів з поглибленим вивченням інформатики вивчаються такі змістові лінії, як «Інформація, інформаційні процеси, системи, технології» та «Комп'ютер як універсальний пристрій для опрацювання даних». У процесі вивчення зазначених змістових ліній учні знайомляться з елементами комп'ютерної схемотехніки (табл.1).

Як видно з таблиці 1, у 8 класі вивчається розділ «Математичні основи обчислювальної техніки». Програмою передбачено вивчення поняття про системи числення, позиційні та непозиційні системи числення, переведення чисел із десяткової системи числення в двійкову та навпаки. Учні детально знайомляться з двійковою та шістнадцятковою системами числення, виконують арифметичні операції та перетворюють числа в зазначених системах числення. Для закріплення набутих під час вивчення розділу знань та вмінь учні виконують практичну роботу «Переведення чисел з десяткової системи числення в іншу й навпаки, з двійкової в шістнадцяткову й навпаки. Операції над числами в двійковій і шістнадцятковій системах

числення». Усього на вивчення розділу програмою передбачено 6 годин.

Далі учні вивчають розділ «Кодування даних» (10 год.). Під час вивчення розділу розглядаються теми про опрацювання даних, кодування та декодування повідомлень, одиниці вимірювання довжини двійкового коду, кодування символів, кодування графічних даних. Учні отримують поняття про кольірну схему, розглядають кодування звукових та відео даних. Практичні навички та вміння учні одержують у процесі виконання практичної роботи, що передбачає розв'язування задач на визначення довжини двійкового коду даних різних типів.

Таблиця 1

Розподіл навчальних годин на вивчення розділів програми

№	Назва розділу	Класи і кількість годин		Усього
		8 кл.	9 кл.	
1	Інформаційні технології у суспільстві	0,0	3,0	3,0
2	Математичні основи обчислювальної техніки	6,0	0,0	6,0
3	Кодування даних	10,0	0,0	10,0
4	Комп'ютер як універсальний пристрій для опрацювання даних	12,0	0,0	12,0

«Комп'ютер як універсальний пристрій для опрацювання даних» – третій розділ, що вивчається у 8 класі. На його вивчення програмою передбачено 12 годин. Учні знайомляться з елементами комп'ютерної схемотехніки: вивчають архітектуру комп'ютера, знайомляться з будовою та призначенням процесора, розглядають пам'ять і її види, а також зовнішні та внутрішні запам'ятовуючі пристрої. Особливою темою зазначеного розділу є «Будова та алгоритм роботи ЕОМ за фон-Нейманом». Крім того, розглядаються пристрої для введення та виведення даних, технічні характеристики складових комп'ютера, історія засобів опрацювання інформаційних об'єктів, покоління електронних обчислювальних машин (ЕОМ).

Отже, за результатами аналізу шкільної програми з інформатики для учнів 8–9 класів загальноосвітніх навчальних закладів з поглибленим вивченням інформатики було виявлено, що елементи комп'ютерної схемотехніки розглядаються під час вивчення технічних характеристик та призначення основних складових персонального комп'ютера. На жаль, у загальноосвітніх навчальних закладах без поглибленого вивчення інформатики окремим розділам схемотехніки приділяється значно менше часу і уваги.

Arduino – це платформа, що розроблена для прототипування (тобто розробки) різних пристроїв. Сьогодні Arduino стала однією з найпопулярніших платформ у колі прихильників електроніки. Вона приваблює своєю простотою, сумісністю з більшістю операційних систем і низькою вартістю. Також платформа Arduino досить

гнучка та підходить для вирішення широкого кола задач.

Платформу створив Массімо Банці (Massimo Banzi), який у 2005 році разом зі своєю групою розробників випустив інструмент для студентів в Інституті проектування взаємодій міста Івреа в Італії. Перший прототип плати виглядав досить просто й тоді ще не мав ніякого назви. Пізніше Массімо назвав плату в честь бару Arduino, власником якого він тоді був.

Массімо Банці та його співробітники ставили собі за мету створити пристрій, що являє собою просту, відкриту й доступну платформу для розробки, із ціною не більше 30 доларів, прийнятною для студентської кишені. Продукт, що створила команда, складався з дешевих і доступних компонентів. Головним завданням розробників було гарантувати роботу пристрою за принципом "plug-and-play", тобто щоб користувач, діставши плату з коробки й підключивши до комп'ютера, міг негайно приступити до роботи.

Платформа дуже швидко стала популярною й залишається такою сьогодні. Оригінальні плати Arduino виробляються тільки в Італії, у місті Торіно, та в США, у Нью-Йорку.

Зараз, крім першої платформи Arduino Extreme, існує велика кількість інших плат, спеціально розроблених для певних завдань. Найпоширеніша на сьогоднішній день – платформа Arduino Uno.

Arduino представляє собою плату з розміщеними на ній компонентами, головним із яких є мікроконтролер. Arduino Uno побудована на базі мікроконтролера ATmega328 з тактовою частотою 16 МГц, виходи якого зручно розведені по краях плати та підписані. У цієї платформи таких виходів 20, 6 із яких аналогові, а решта 14 – цифрові. Платформа має 32 Кб Flash-пам'яті.

У моделі Uno є молодший аналог – це Arduino Nano, що відрізняється від Uno меншими розмірами компонентів і, відповідно, невеликими розмірами самої плати. Старшим аналогом Uno є плата Arduino Mega з мікроконтролером ATmega1280, або 2560, у залежності від конфігурації. Така платформа підходить для більш серйозних проектів, розрахованих на велику кількість пристроїв, що підключаються, та об'ємного програмного коду, тому вона має 54 цифрових виходів та 16 аналогових. Об'єм пам'яті в порівнянні з платформами Uno та Nano не 32 Кб, а 128 Кб, що в 4 рази більше.

Мікроконтролерна платформа Arduino Leonardo збігається за розмірами з Arduino Uno, але відрізняється мікроконтролером – Atmega32u4. Цю плату комп'ютер розпізнає як підключену до нього клавіатуру або мишу, тому вона ідеально підходить для створення на її основі джойстиків та інших пристроїв введення.

Спеціально для реалізації невеликих пристроїв розробники Arduino створили плату під назвою Arduino Mini, що має дуже компактні розміри. Платформа побудована на базі мікроконтролера ATmega168. Існує версія Arduino Pro Mini, головною відмінністю якої є відсутність ніжок-виходів. Плата не має власного USB

й програмується через спеціальні USB-перетворювачі та адаптери.

Для проведення нашого дослідження ми вибрали платформу Arduino Uno, оскільки на її прикладі більш вдало можна показати підключення електронних пристроїв завдяки більшим розмірам, на відміну від платформ Arduino Mini або Nano. Ми не зупинились на Arduino Leonardo та Mega, хоч вони такого ж розміру, як модель Uno, тому що під час вивчення елементів схемотехніки не потрібна така велика кількість виходів і пам'яті.

Arduino Uno – це платформа, яка побудована на базі мікроконтролера ATmega328 та призначена для програмування автономних мікропроцесорних об'єктів. Вона також може підключатися до програмного забезпечення, що виконується на комп'ютері (рис.1).

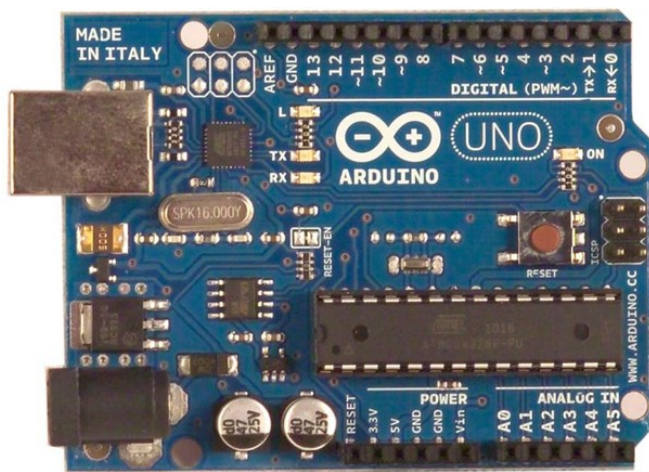


Рис. 1. Загальний вигляд Arduino Uno

Розпочнемо детальний розгляд платформи Arduino Uno з живлення. Узагалі в Arduino є три шляхи отримання енергії для роботи: це живлення через шину USB, від спеціального роз'єму живлення на платі або входу Vin. Підключивши платформу до комп'ютера за допомогою USB, на плату подається живлення завдяки чотирьохпровідній структурі шини USB, де 2 дрони відповідають за передачу команд, а два інших – за живлення пристроїв. Таким чином Arduino отримує робочу напругу 5 V. Ця напруга надходить на вхід стабілізатора напруги, який знижує його до +3,3 V, що необхідно для живлення деяких окремих компонентів, які підключаються до Arduino. Для захисту від великого споживання струму платою на вході лінії живлення розробники встановили невеликий запобіжник на 500 мА, який, у разі деяких обставин, захистить USB-порт комп'ютера та плату Arduino від можливого виходу з ладу. На платі є роз'єм для підключення живлення, наприклад, мережевого AC / DC-адаптера, акумулятора або батареї. На відміну від USB-порту, де передбачена стабільна напруга 5 V, роз'єм живлення розрахований на підключення до нього джерел живлення різних напруг. Діапазон цих значень коливається в межах від 6 до 20 V. У разі прямого підключення, це не підходить для компонентів схеми. Тому на вході живлення розробники поста-

вили стабілізатори напруги (один на 5 V, інший на 3,3 V), а також два конденсатори та діод як елементи боротьби з шумом і захист від зміни полярності. Якщо підключити джерело живлення до виходу Vin на платі Arduino, то напруга потрапить на стабілізатор 5 V і плата буде отримувати живлення. Це зручно у випадку використання батарей або акумуляторів без спеціальних роз'ємів живлення. Arduino сама вибирає джерело живлення з найбільшою напругою. У цьому їй допомагає спеціальний елемент – компаратор. Пристрій, що порівнює сигнал, який подається на нього з будь-яким опорним значенням. Якщо цей сигнал перевищує опорне значення, компаратор видає на своєму виході логічну одиницю (у нашому випадку +5 V).

Arduino Uno надає ряд можливостей для здійснення зв'язку з комп'ютером, ще однією платформою Arduino або з іншими мікроконтролерами. У ATmega328 є приймач USART, що в перекладі означає «універсальний синхронно-асинхронний приймач-передавач». Він дозволяє здійснювати послідовний зв'язок за допомогою цифрових виходів 0 (RX) та 1 (TX). Мікроконтролер ATmega16U2 на платі забезпечує зв'язок цього приймача з USB-портом комп'ютера і під час підключення до ПК дозволяє Arduino визначатися як віртуальний COM-порт. Під час передачі даних через мікросхему-перетворювач USB-USART під час USB-з'єднання з комп'ютером на платі будуть мигати світлодіоди RX і TX.

Мікроконтролер Atmega328P є основним обчислювальним центром платформи. В узагальненому вигляді будь-який мікроконтролер можна розділити на три складові частини:

1. Обчислювальний блок (арифметико-логічний пристрій або процесор). Саме цей блок є головною частиною системи та призначений для виконання різних операцій із числами. Послідовність цих операцій називається програмою. Кожна операція кодується у вигляді числа та записується в пам'ять мікроконтролера.
2. Модуль пам'яті – це спеціалізований електронний пристрій, що являє собою набір комірок, у кожній із яких може зберігатися одне число. Саме тут зберігається програма та інші команди мікроконтролера. Пам'ять ділиться на оперативну – ОЗУ (оперативний запам'ятовуючий пристрій) і постійну – ПЗУ (постійний запам'ятовуючий пристрій). Принципова різниця між цими видами пам'яті в тому, що у випадку з оперативною пам'яттю, під час увімкнення живлення мікроконтролера записані значення не зберігаються та існують тільки до тих пір, поки є живлення. Наприклад, така пам'ять використовується для зберігання будь-яких проміжних результатів обчислень. А ось дані, що зберігаються в постійній пам'яті, не залежать від наявності живлення та можуть бути використані мікроконтролером відразу після включення.
3. Порти введення-виведення (ніжки). Деякі порти відповідають за живлення та інші компоненти, що підключаються до мікроконтролера, але більшість із них є портами введення-виведення, що відповідають

за безпосереднє управління мікроконтролером різни-ми датчиками, модулями, світлодіодами, транзисторами тощо. Переважна більшість цих портів були виве-дені розробниками Arduino по периметру плати та, для зручності роботи, підписані.

На платі Arduino Uno для двох мікроконтролерів від-повідно встановлені два кварцові резонатори з часто-тою 16 МГц. Мікроконтролер рахує імпульси та за їх кількістю повідомляє скільки часу пройшло від запуску будь-якої процедури. На платформі Arduino Uno є кнопка, що називається кнопкою скидання, або RE-SET. Натискання на неї переводить мікроконтролер у вихідну позицію, з якої він починав свою роботу [15].

Інженерна освіта сьогодні – один із пріоритетів держа-вної політики в освітній сфері, що відображає необхід-ність технологічного переозброєння вітчизняного виро-бництва, створення відповідного кадрового забезпе-чення промисловості. Останніми роками багато уваги приділяється інженерній освіті в школі. Крім матеріа-льно-технічної бази зростає й кількість програмного забезпечення для створення різноманітних констру-кцій та моделей, програмування, складання схем тощо. Розпочинати підготовку фахівців потрібно зі шкільно-го віку. Завдання школи – повернути інтерес молоді до науково-технічної творчості. Найбільш перспективний шлях у цьому напрямку – це впровадження робототех-ніки, що дозволяє в цікавій формі знайомити дітей з наукою.

Найбільш популярними середовищами для роботи з Arduino є Arduino IDE (базове середовище, що ґрунту-

ється на мові Processing), FLProg (графічне середови-ще, що орієнтоване на мови FBD та LAD), Fritzing (програма для проектування прототипів), Minibloq (графічне середовище, орієнтоване на навчання про-грамуванню) та Tinkercad (онлайн ресурс симуляції робочого процесу створення прототипів) [16].

Програмний пакет Fritzing може стати в нагоді на та-ких стадіях розробки, як складання прототипу схеми на макетній платі, а також для автоматичного генеру-вання принципової схеми та друкованої плати. Цільо-ва аудиторія програми – творчі люди, дослідники, ди-зайнери, радіоаматори, що працюють з інтерактивни-ми електричними пристроями.

Fritzing створювався для Arduino. Він був розроблений у 2009 році в Потсдамському університеті прикладних наук за рахунок субсидій, які виділяються державою на дослідження наукової програми під назвою «From prototype to product» (від прототипу до продукту). Сре-довище розробки Fritzing переведене на англійську, данську, іспанську, французьку, італійську, португа-льську, японську, китайську та російську мови. Поши-рюється програмне забезпечення безкоштовно та пра-цює на всіх операційних системах.

Програмний пакет Fritzing можна завантажити з офі-ційного сайту <http://fritzing.org/>. Інтерфейс програми не складний, але вимагає певного вивчення на почат-ковому етапі. Під час запуску програми відкривається вікно привітання (рис. 2). Тут розміщений блог, пора-да дня, можна відкрити й подивитися останні скетчі та

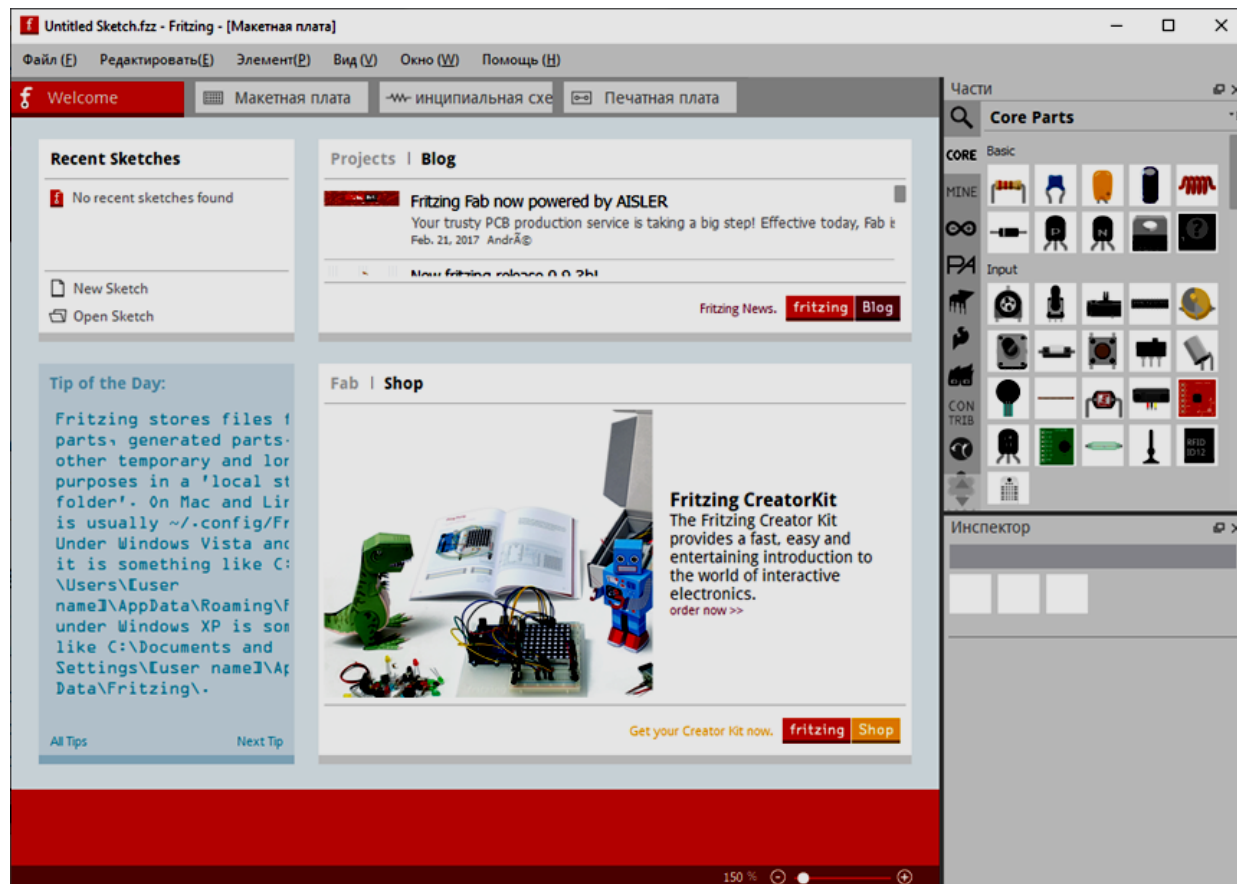


Рис. 2. Вікно привітання програми Fritzing

запропоновані послуги зі створення професійних друкованих плат.

Основне вікно середовища – це робочий стіл із можливістю проектування плати. Робота над новим про-

ектом у Fritzing починається з вибору готових компонентів, повний перелік яких розташований у верхньому кутку робочого вікна з правого боку. Тут є цілий набір радіодеталей: конденсатори, транзистори,

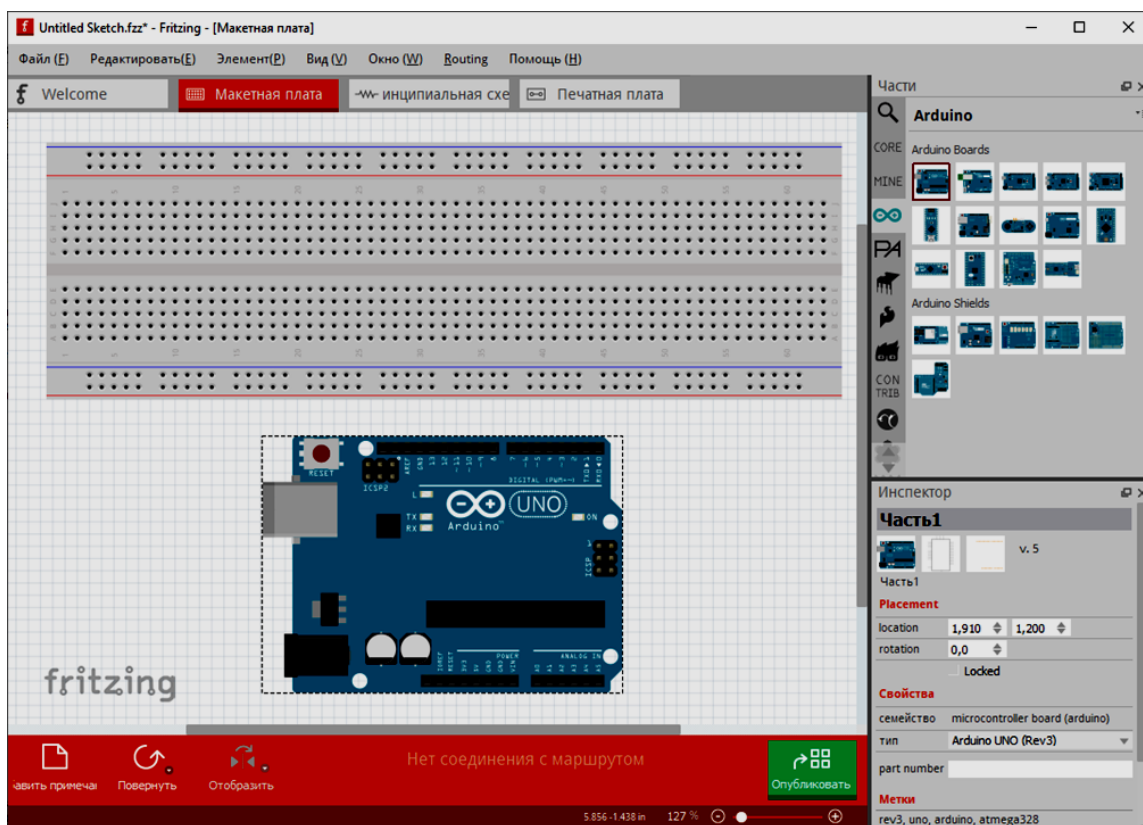


Рис. 3. Вибір апаратної платформи

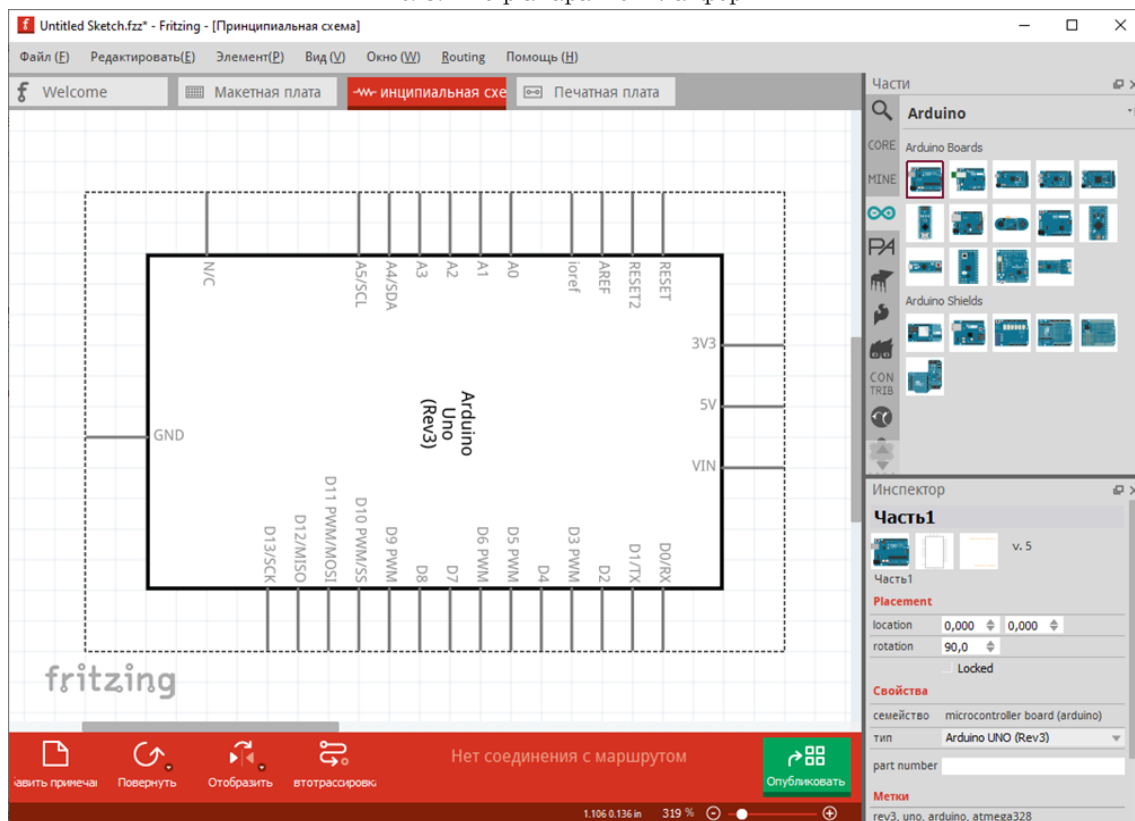


Рис. 4. Вікно «Принципова схема»

резистори, світлодіоди, батарейки, кнопки та ін. Під час наведення на пристрій з'являється підказка з характеристиками, а під вікном із переліком компонентів – інспектор, де показані зовнішній вигляд, позначення на принципових схемах та властивості.

Програмний продукт Fritzing підтримує широкий вибір платформ Arduino: Uno, Galileo, Yun, BT, Mega 2560 (rev 3), Due, Nano (rev 3) та інші (рис. 3). У разі вибору потрібної плати у вікні «Інспектор» наводиться опис основних характеристик платформи.

Додатково наявна велика колекція пристроїв для робототехніки: мотори, далекоміри, динаміки, піщалки, сервоприводи, крокові двигуни, LCD та цифрові індикатори й багато іншого. Також можна створювати власні елементи та оновлювати існуючу базу. Схема доступна для малювання (як у вікні «Макетна плата», так і в вікні «Принципова схема») простим перетягуванням потрібних компонентів на робоче поле (рис. 4). Є функція автотрасування.

Зручні інструменти в програмі покликані максимально полегшити перетворення ідеї в цифровий проект. Створювані схеми виходять надійними та не потребують доопрацювання для запуску виробництва плат.

Fritzing можна використовувати на факультативних заняттях або в гуртках з інформатики починаючи з 8 класу. До цього часу школярі вже знають закон Ома, з'єднання провідників, основні алгоритмічні структури, уміють збирати електричні кола.

У процесі роботи з готовими міні-проектами по Arduino учні навчаються використовувати інструкції, у яких є теоретична частина, схема збірки, приклад скетчу та завдання для самостійного виконання. Але ви-

конавши велику кількість таких робіт, школяр, на жаль, практично ніколи не зможе зібрати схему самостійно. У такому випадку допомагає програмний пакет Fritzing, який інтуїтивно підказує, як це зробити. Однак, у більшості випадків, з цим програмним забезпеченням працюють ті, хто розробляє довгострокові та складні проекти, як-от «Розумний будинок» та інші.

На занятті у гуртках з інформатики або робототехніки учням можна запропонувати розробити принципову схему пристрою та створити її у вигляді з'єднання макетів елементів за допомогою спеціального програмного забезпечення Fritzing.

Fritzing також дозволяє успішно реалізувати довгострокові проекти, що виконуються в освітній установі старшокласниками. Крім того, програмне забезпечення дає можливість побачити, які компоненти доцільніше використовувати під час виконання проекту. Це дозволяє зробити необхідну покупку з мінімальними фінансовими витратами, що нині дуже актуально.

На офіційному сайті розробників програми Fritzing у вкладці «Навчання» наведено ряд посилань на ресурси та матеріали, завдяки яким можна ознайомитися з особливостями роботи середовища. Для прикладу розглянемо всі етапи створення електронної гри «Hunter».

Опишемо ідею гри «Hunter». Маємо 8 світлодіодів: 7 – одного кольору (червоного), а один – іншого (синього). Ще маємо перемикач. Світлодіоди загоряються в довільному порядку. Ваша задача – натиснути перемикач після того, як загориться синій світлодіод, і до того, як загориться будь-який червоний світлодіод. Таким чином, нам необхідні плата Arduino Uno, 8 світ-

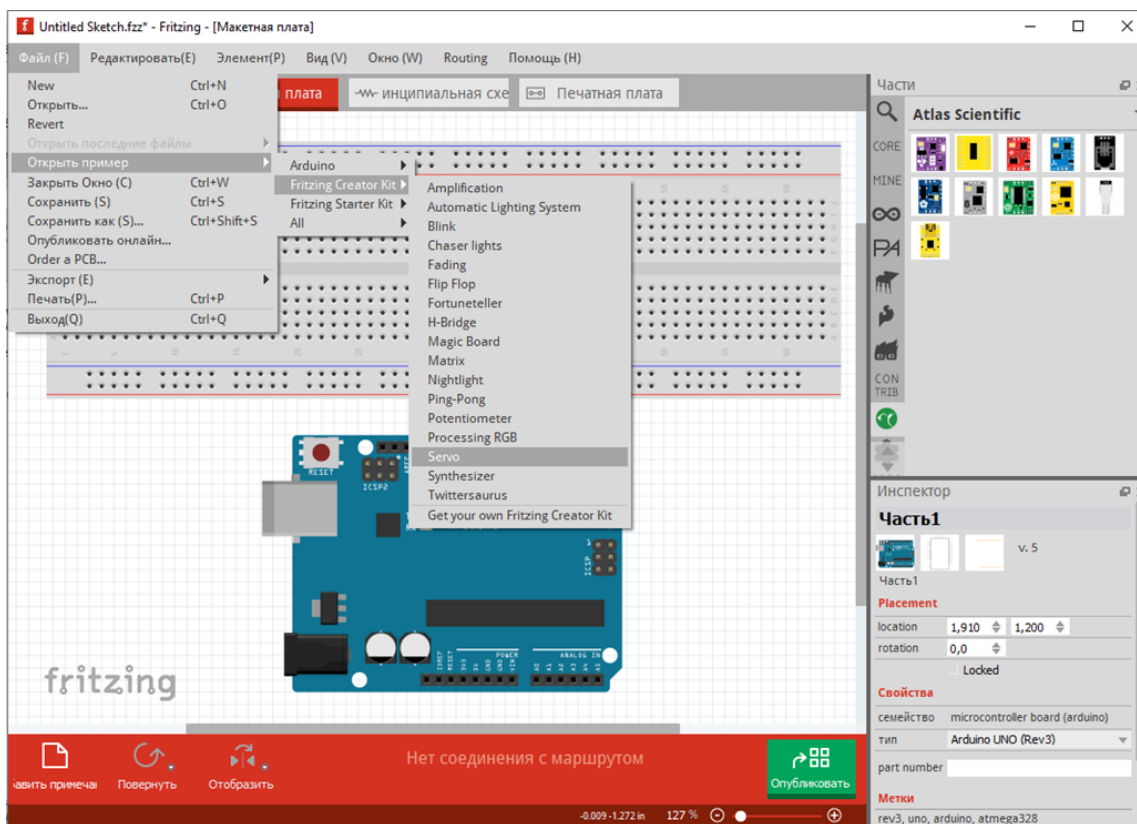


Рис. 5. Вибір прикладу схеми

лєдїодїв (7 червоних та 1 синїй), 8 резисторїв, перемикач та з'єднувальні дроти.

Перед тим, як почати роботу над новим проектом, розробники рекомендують побудувати реальну електронну схему та переконатися, що вона працює правильно, а потім уже переходити до відтворення схеми в Fritzing. Сконструювавши схему, переконуємося, що вона працює. Отже, можна приступати до відтворення її в середовищі.

Шляхом перетягування деталей із бібліотеки, що знаходиться в правому верхньому куті вікна програми, створюється наочна схема проекту. Провід створюємо миттєво, клацаючи по виходу та перетягуючи курсор від деталі. Провідник можна зігнути. Створити точки згину можна просто, клацнувши по дроту та перетягнувши їх у потрібне місце. Схему можна редагувати: перетягувати, копіювати, вставляти елементи. Є множинний вибір, обертання, історія відмін та багато іншого – усі ці функції інтегровані в розділі середовища Fritzing. Використовуючи функції в рядку меню, розташованого під деталлю, можна обертати та віддзеркалювати компоненти схеми. Щоб видалити деталь, потрібно її вибрати, клацнувши по ній, та натиснути BACKSPACE. Роз'єми, що підключені правильно, підсвічуються зеленим кольором, а ті, що неправильно – червоним. Якщо клацнути й утримувати будь-який вихід, Fritzing виділить усі еквіпотенціальні роз'єми. Це корисно, якщо потрібно побачити весь набір з'єднань, прив'язаних до цього конкретного виходу. Коли компонент схеми вибраний, відповідна інформація про деталь відобразиться в «Інспекторі» деталей, де можна одразу змінити його властивості.

До виходів D2-D9 на платі Arduino Uno ми під'єднали 8 світлодіодів діаметром 5 мм, із яких сім червоних та 1 синій. Для того, щоб змінити колір світлодіода (у нашому випадку червоний на синій), потрібно його виділити та в «Інспекторі» вибрати з переліку потрібний.

Наступним кроком є підключення резисторів. Номінал резисторів залежить від типу світлодіодів, що використовуються в проекті. Також потрібно знати максимальний робочий струм та падіння напруги на світлодіоді. У червоних світлодіодів падіння напруги становить 2 V та максимальний струм – 20 mA. На виходах Arduino 5V, отже, за формулою:

$$R_{\text{рез}} = \frac{(U_{\text{жив}} - U_{\text{світл}})}{I_{\text{світл}}}, \quad (1)$$

маємо, що на один світлодіод червоного кольору нам потрібен обмежувальний резистор з опором 15 Ом. У синіх світлодіодів падіння напруги становить 3,6 V та максимальний струм – 20 mA. Аналогічно розраховуємо номінал резистора – 7 Ом. Обираємо номінали у вікні «Інспектор». Якщо в переліку немає резистора потрібного номіналу, вибираємо його з найближчими характеристиками. Таким чином, для синього світлодіода можна вибрати резистор номіналом 6,8 Ом із переліку.

Останнім етапом є підключенням кнопки до виходу D10. Для всіх електронних компонентів схеми є спільний вихід, що йде на вихід GND платформи Ar-

duino Uno. Також можна додати примітки (нижнє меню) або мітки (клацання правою кнопкою миші на деталі) до свого ескізу. Розставивши всі деталі схеми та з'єднавши їх провідниками, ми отримали ескіз, дуже схожий на реальну схему.

Fritzing надає можливість перемикавання між способами представлення проекту: макетом, схемою та друкованою платою. Будь-яке з цих представлень може використовуватися в якості основного робочого середовища проекту та може бути вибрано в будь-який час. Оскільки макет проекту вже готовий, то, перейшовши на вкладку «Схема», ми бачимо автоматично згенеровану схему. Компоненти на схемі розташовані хаотично, тому потрібно змінювати їх локацію власноручно.

Розставивши компоненти в логічному порядку, можна приступати до розведення провідників. Програмне середовище Fritzing пропонує корисну функцію «Розведення». Після натискання на відповідну кнопку в рядку меню внизу вікна програма запустить процес автограсування. Як показала практика, цей процес не є досконалим і має недоліки (з'явилися не всі необхідні для роботи схеми провідники та створено багато зайвих перегинів).

Виготовлення друкованої плати для нашого проекту не є доцільним, оскільки схема невелика та легко виконується на макетній платі. Отже, можна приступати до створення програмного коду. Перейшовши в меню «Код» можна одразу починати його записувати.

Спочатку ми ініціалізуємо виходи, до яких підключені світлодіоди: `int pin = 0`. Далі виконується функція `setup()`. Вона запускається один раз: після кожного включення живлення або автоматичного скидання плати Arduino. У тілі зазначеної функції додамо фрагмент коду налаштування, при яких виходи D2-D9 будуть мати значення OUTPUT та світлодіоди, підключені до них, будуть вимкнені. Також потрібно виходу D10 дати значення HIGH, тобто високий рівень сигналу.

```
void setup () {
    for(int i = 2; i<= 9; i++) {
        pinMode (i, OUTPUT);
        digitalWrite (i, 0);
    }
    pinMode (10,INPUT);
    digitalWrite (10,1); 10
```

Функція `pinMode (pin, mode)` встановлює режим роботи заданого виходу (pin) як входу або виходу. Зазначений вихід отримує відповідно значення INPUT або OUTPUT. Функція `digitalWrite (pin, value)` дає значення HIGH (1) або LOW (0) на вихід (pin). Якщо вихід був встановлений у режимі OUTPUT функцією `pinMode ()`, то для значення HIGH напруга на відповідному виході буде 5V, для LOW – 0V (земля).

Після однократного виконання функції `setup ()`, запускається функція `loop ()`. Вона являє собою нескінченний цикл, тобто код, що міститься в ній, буде повторюватися. У нашому програмному коді функція `loop ()` містить послідовність функцій, що виконують логіку гри: у випадковому порядку засвічуються по одному світлодіоду. Якщо натискається кнопка, коли

горить червоний світлодіод, – виконується функція flub: по черзі засвічуються світлодіоди зліва та справа від синього. Якщо кнопку натиснуто, коли горить синій світлодіод, – виконується функція vin: по черзі засвічуються всі світлодіоди.

У рядку меню внизу вікна можна вибрати з переліку платформу, плату та послідовний порт, до якого підключено Arduino.

Далі нам потрібно підключити платформу Arduino Uno до комп'ютера та встановити драйвер. Для цього необхідно завантажити папку з драйвером на персональний комп'ютер, наприклад, перейшовши за посиланням <http://www.arduino.cc/en/Reference/USBtoSerial>. Після того, як драйвер завантажено, можна переходити до його встановлення.

Платформа Arduino Uno підключається до персонального комп'ютера за допомогою USB. Після підключення плати, на ній має загорітися зелений світлодіод живлення. Після цього в диспетчері пристроїв комп'ютера шукаємо новий пристрій, що підключений через USB. Бачимо, що пристрій визначився як USB2.0-Serial. У контекстному меню обираємо пункт «Обновити драйвер». З'являється меню вибору способу пошуку програмного забезпечення для пристрою. Виконуємо пошук драйвера на комп'ютері в ручному режимі. Після цього з'явиться вікно з повідомленням про успішність завершення інсталяції драйвера для пристрою. У диспетчері пристроїв перевіряємо коректність підключення, там повинен з'явитися новий пристрій, підключений через COM порт.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У рамках даного дослідження проведено аналіз навчальних програм з інформатики для 5-11 класів щодо вивчення елементів схемотехніки в шкільному курсі інформатики та виявлено, що елементи комп'ютерної схемотехніки розглядаються під час вивчення технічних характеристик та призначення основних складових персонального комп'ютера. Більш широко зазначений матеріал вивчається у 8 класі в школах з поглибленим вивченням інформатики. Були досліджені можливості використання мікроконтролерної платформи Arduino для вивчення елементів схемотехніки в шкільному курсі інформатики засобами програмного пакету Fritzing та виявлено його основні переваги:

- забезпечення швидкого та автоматизованого робочого процесу;
- зручний робочий інтерфейс з готовим набором мікросхем та електронних компонентів;
- створення повноцінних макетів друкованих плат;
- можливість експорту документів;
- безкоштовне використання.

Також було створено наочну електронну схему засобами програмного пакету Fritzing на прикладі електронної гри.

Отже, Arduino – відкритий програмний комплекс для виконання проектів різної складності, її доцільно використовувати для вивчення елементів схемотехніки в шкільному курсі інформатики, а для спрощення навчального процесу можна використовувати програм-

ний пакет Fritzing, що призначений для побудови наочних електронних схем.

Список використаних джерел

1. STEM-освіта [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/>.
2. STEMconnector [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.stemconnector.com/research-resources/>.
3. STEM Education: Preparing for the Jobs of the Future: report. April 2012 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.jec.senate.gov/public/_cache/files/6aaa7e1f-9586-47be-82e7-326f47658320/stem-education---preparing-for-the-jobs-of-the-future-.pdf. – Назва з екрану.
4. Кривонос О.М. Огляд платформи Arduino Nano 3.0 та перспективи використання під час навчального процесу / О.М.Кривонос, Є.В.Кузьменко, С.В.Кузьменко // Інформаційні технології і засоби навчання. Том 56, № 6. - Київ, 2016.- С. 77-87.
5. Биков В. Ю. Інформаційні технології і засоби навчання / В. Ю. Биков. – К.: Атіка, 2008. – 684 с.
6. Гуржій А.М. Засоби навчання загальноосвітніх навчальних закладів (теоретико - методологічні основи) / А.М.Гуржій, І.В.Орлова, М.І.Шут, В.В.Самсонов: Навчальний посібник, 2001. – 95 с.
7. Схемотехніка [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Схемотехніка>
8. Alexander and Matthew Sadiku. Fundamentals of Electric Circuits (2004). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://bank.engzenon.com/download/54d9982d-b904-4b3e-8c06-79f7c0feb99b/Fundamentals_Of_Electric_Circuits-5th-Edition.pdf
9. Richard Jaeger. Microelectronic Circuit Design – Режим доступу: <https://ecedmans.files.wordpress.com/2014/03/microelectronic-circuit-design-4th-edition-jaeger.pdf>
10. Резистор [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Резистор>
11. Електричний конденсатор [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Електричний_конденсатор
12. Транзистор [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Транзистор>
13. Електронна схема [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Електронна_схема
14. Элементы схемотехники в рамках курса информатики: методические указания к выполнению самостоятельной работы по информатике по теме «Основы схемотехники» для обучающихся по всем программам и форм обучения/ сост. Ю.С.Бузыкова. –Хабаровск, 2015. – 44с.
15. Основы Arduino для начинающих. Arduino изнутри - структура, составляющие и их назначение. Микроконтроллер ATmega328P [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://pikabu.ru/story/vyi-pusk_3_osnovyi_arduino_dlya_nachinayushchikh_arduino_iznutri_struktura_sostavlyayushchie_i_ikh_naznachenie_mikrokontroller_atmega328p_4497606?

fbclid=IwAR12p2g7hUTRgp9CkWMmVRk6vkvfRmIZy5T9Mml69ZOXn1LHc1YxGw_zqKAA

16. Перспективи використання відкритого програмного комплексу Arduino для вивчення технічних дисциплін / Ю. Б. Паладійчук, В. С. Руткевич, М. В. Зінев, І. О. Лісовий // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. - Кропивницький : ЦНТУ, 2018. - Вип. 31. - С. 158-164.

17. Програма курсу «Технічна творчість. Робототехніка», 5–9 класи / Д. В. Боровик, Н. В. Вовковінська, О.П.Войченко, С. М. Дятленко, В. В. Лапінський // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2017. – №2-3 (138-139)

References. Translated and transliterated

1. STEM-education [online]. Available: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/>. (in Ukrainian)

2. STEMconnector [online]. Available: <https://www.stemconnector.com/research-resources/>. (in English)

3. STEM Education: Preparing for the Jobs of the Future: report. April 2012 [online]. Available: http://www.jec.senate.gov/public/_cache/files/6aaa7e1f-9586-47be-82e7-326f47658320/stem-education---preparing-for-the-jobs-of-the-future-.pdf. (in English)

4. Kryvonos O.M. Survey and prospects of Arduino Nano 3.0 platform use in high school / O. M. Kryvonos, Ye. V. Kuzmenko, S. V. Kuzmenko // Information Technologies and Learning Tools. Vol 56, № 6. - Kiev, 2016. - p. 77-87. (in Ukrainian)

5. Bykov V. Yu. Information Technologies and Learning Tools / V. Yu. Bykov. – K. : Atika, 2008. – 684 ps. (in Ukrainian)

6. Gurzhij A.M. Means of studying general educational institutions (theoretical and methodological foundations) / A.M.Gurzhij, I.V.Orlova, M.I.Shut, V.V.Samsonov, 2001. – 95 ps. (in Ukrainian)

7. Circuitry engineering [online]. Available: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Схемотехніка>. (in Ukrainian)

8. Alexander and Matthew Sadiku. Fundamentals of Electric Circuits (2004). [online]. Available: [http://bank.engzenon.com/download/54d9982d-b904-4b3e-8c06-79f7c0feb99b/Fundamentals_Of_Electric_Circuits-5th-](http://bank.engzenon.com/download/54d9982d-b904-4b3e-8c06-79f7c0feb99b/Fundamentals_Of_Electric_Circuits-5th-Edition.pdf)

Edition.pdf.(in English)

9. Richard Jaeger. Microelectronic Circuit Design [online]. Available: <https://ecedmans.files.wordpress.com/2014/03/microelectronic-circuit-design-4th-edition-jaeger.pdf> (in English)

10. Resistor [online]. Available: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Резистор>. (in Ukrainian)

11. Electric capacitor [online]. Available: https://uk.wikipedia.org/wiki/Електричний_конденсатор. (in Ukrainian)

12. Transistor [online]. Available: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Транзистор>. (in Ukrainian)

13. Electronic circuits [online]. Available: https://uk.wikipedia.org/wiki/Електронна_схема. (in Ukrainian)

14. Elements of circuit engineering within the course of computer science: methodical guidelines for the implementation of independent work on computer science on the theme "Fundamentals of circuitry" for students in all programs and forms of training / Yu.S. Buzy`kova – Habarovsk, 2015. – 44 ps. (in Russian)

15. Arduino Basics for Beginners. Arduino from within - the structure that constitutes and their purpose. Microcontroller ATmega328P – [online]. Available: https://pikabu.ru/story/vyi-pusk_3_osnovyi_arduino_dlya_nachinayushchikh_arduino_iznutri_struktura_sostavlyayushchie_i_ikh_naznachenie_mikrokontroller_atmega328p_4497606?fbclid=IwAR12p2g7hUTRgp9CkWMmVRk6vkvfRmIZy5T9Mml69ZOXn1LHc1YxGw_zqKAA. (in Russian)

16. Paladijchuk Yu. B., Rutkevych V. S., Zinyev M. V., Lisovyj I. O. Prospects for the use of the open-source software arduino for the study of technical disciplines. Machinery in agricultural production, industry machine building, automation. 2018. Vol. 31. p. 158-164. (in Ukrainian)

17. Course Program Technical Creativity. Robotics, grades 5-9 / D. V. Borovyk, N. V. Vovkovinska, O.P.Voichenko, S. M. Diatlenko, V. V. Lapinskyi // Комп'ютер у школі та сім'ї – 2017. – Vol. 2-3 (138-139) (in Ukrainian)

ELEMENTS OF CIRCUITRY ENGINEERING WITHIN THE LIMITS OF A SCHOOL COURSE IN INFORMATICS

Kryvonos Oleksandr Mykolaiovych

PhD (pedagogical sciences), associate professor, assistant professor of applied mathematics and computer science Zhytomyr State University named after Ivan Franko, ORCID ID 0000-0002-4211-6541, alexander.kryvonos@zu.edu.ua

Kuzmenko Yevhenii Volodymyrovych

teaching assistant of applied mathematics and computer science Zhytomyr State University named after Ivan Franko, ORCID ID 0000-0002-1878-622X, kuzmenko.EV@i.ua

Kryvonos Myroslava Petrivna

technician of applied mathematics and computer science Zhytomyr State University named after Ivan Franko, ORCID ID 0000-0001-7563-2692, myroslava.kr@meta.ua

Kuzmenko Svitlana Vasylivna

technician of applied mathematics and computer science Zhytomyr State University named after Ivan Franko, ORCID ID 0000-0002-2529-3036, yuzvak_2211@i.ua

Abstract. The article analyzes the current state of the problem of STEM-education introduction in the institutions of general secondary education; it also reveals the prospects of circuitry engineering elements implementation within the limits of a school course in informatics as one of elements of STEM-education. The basic elements of the classical circuitry (electronic, analog and mixed schemes) described. The author analyzes the main parts of the school course in informatics for the eighth and ninth grades where certain elements of computer circuitry presented. Based on the analysis concluded that the school course of computer science contains a propaedeutic course on computer circuitry. The authors of the article substantiated the choice of the open source software system Arduino as an auxiliary means for studying the elements of computer circuitry in the school course of computer science. The most common platforms of the Arduino model range and the examples of the use of these platforms in real projects are described. The main technical characteristics of the electronic elements which are part of Arduino Uno are presented. The microcontroller Atmega328P, the main computer center of the platform, and the main components of the specified microcontroller are considered in detail. To substantiate the proposed methodology, a program for creating Fritzing visual electronic circuits is described. This software provides visual representation of the project in various types (layout, schema and printed circuit board). Any of these views can use as the main project workspace and can be selected at any time. For greater clarity, all processes for creating a prototype of the electronic game "Hunter" in the Fritzing environment are described and illustrated, as well as the description of the progress of the game itself is presented.

Keywords: STEM-education; circuitry engineering; electronic circuits; Arduino.

ЭЛЕМЕНТЫ СХЕМОТЕХНИКИ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ

Кривонос Александр Николаевич

кандидат педагогических наук, доцент кафедры прикладной математики и информатики
Житомирский государственный университет имени Ивана Франка,
ORCID ID 0000-0002-4211-6541

alexander.kryvonos@zu.edu.ua

Кузьменко Евгений Владимирович

ассистент кафедры прикладной математики и информатики
Житомирский государственный университет имени Ивана Франка,
ORCID ID 0000-0002-1878-622X, kuzmenko.EV@i.ua

Кривонос Мирослава Петровна

ассистент кафедры прикладной математики и информатики,
Житомирский государственный университет имени Ивана Франка,
ORCID ID 0000-0001-7563-2692, myroslava.kr@meta.ua

Кузьменко Светлана Васильевна

ассистент кафедры прикладной математики и информатики
Житомирский государственный университет имени Ивана Франка,
ORCID ID 0000-0002-2529-3036, yuzvak_2211@i.ua

Аннотация: В статье проанализировано современное состояние проблемы внедрения STEM-образования в учреждениях общего среднего образования, рассмотрены перспективы внедрения элементов схемотехники в пределах школьного курса информатики, как одного из элементов STEM-образования. Описаны основные элементы классической схемотехники (электронные, аналоговые и смешанные схемы). Проанализированы основные разделы школьного курса информатики для восьмого и девятого классов, в которых рассматриваются определенные элементы компьютерной схемотехники. На основе проведенного анализа сделан вывод о том, что в школьном курсе информатики заложено пропедевтический курс по компьютерной схемотехнике. Авторами статьи обоснован выбор открытого программного комплекса Arduino, как вспомогательное средство изучения элементов компьютерной схемотехники в школьном курсе информатики. Описаны наиболее распространенные платформы модельного ряда Arduino и приведены примеры применения указанных платформ в реальных проектах. Представлены основные технические характеристики электронных элементов, входящих в состав Arduino Uno. Детально рассмотрены микроконтроллер Atmega328P, основной вычислительный центр платформы, и основные составляющие указанного микроконтроллера. Для обоснования предложенной методики рассмотрены и описаны программу для создания наглядных электронных схем Fritzing. Данный программный продукт предоставляет возможность визуального представления проекта в различных видах (макет, схема и печатная плата). Любое из этих представлений может использоваться в качестве основного рабочего среды проекта и может быть выбрано в любое время. Для большей наглядности описано и проиллюстрировано все процессы создания прототипа электронной игры «Hunter» в среде Fritzing, а также описание процессов создания самой игры.

Ключевые слова: STEM-образование; схемотехника; электронные схемы; Arduino

